Untersuchungen über den Einfluß des petrographischen Gebirgsbaus auf die Druckausnutzung bei der Kohlengewinnung in der Magerkohlengruppe des rheinisch-westfälischen Steinkohlenreviers.

Dipl.-Ing. Arthur Schaberg.

DRUCK VON CARL BERTENBURG ▪ GELSENKIRCHEN

Untersuchungen über den Einfluß des petrographischen Gebirgsbaus auf die Druckausnutzung bei der Kohlengewinnung in der Magerkohlengruppe des rheinisch-westfälischen Steinkohlenreviers.

Von der
Technischen Hochschule zu Breslau
zur
Erlangung der Würde eines Doktor-Ingenieurs
genehmigte

Dissertation.

Vorgelegt von

Dipl.-Ing. Arthur Schaberg
aus Hattingen-Ruhr.

Referent: Prof. Dr.-Ing. Spackeler. Korreferent: Prof. Dr.-Ing. Groß.

Tag der mündlichen Prüfung: 10. Februar 1930.

DRUCK VON CARL BERTENBURG ▪ GELSENKIRCHEN

Erscheint auch in der Zeitschrift „Der Bergbau“ Jahrgang 43 (Nummer 35, 36, 37) 1930.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Inhalt.

Einführung.

Erster Teil: Nutzdruck und Nebengestein.

I. Beschaffenheit des Nebengesteins.

II. Einwirkung des Nebengesteins.

1. Einwirkung beim Abbau im frischen Felde.

a) Einfluß des Hangenden.

b) Einwirkung des Liegenden.

c) Besondere Einwirkung der Nachfallpacken.

d) Einwirkung der Wülste.

2 Einwirkung des Nebengesteins beim Abbau mehrerer Flöze

Zweiter Teil: Nutzdruck und petrographische Eigenart des Flözes.

I. Bedeutung der Schlechten.

II. Gefüge der Kohle.

III. Einfluß der einzelnen Flözbänke.

Dritter Teil: Das Gesamtbild der Druckwirkungen und ihre Ausnutzung für den Abbau.

I. Zusammenwirken der Druckauswirkungen.

II. Nutzanwendungen aus den Beobachtungsergebnissen.

a) Abbaugeschwindigkeit.

b) Bergeversatz.

c) Wahl des Abbauverfahrens.

Zusammenfassung.

Literaturverzeichnis.

Bärtling, Gebirgsdruckerscheinungen beim Abbau, Glückauf, 1929, S. 735.

Eckardt, Die mechanischen Wirkungen des Abbaus auf das Verhalten des Gebirges, Glückauf, 1913, S. 353.

Ende, Die Bildung von Schlechten und Drucklagen, Glückauf, 1929, S. 1653.

Funke, Kohle, Sargdeckel, Wilder Stein und Fremdgestein, Bergbau, 1930, S. 215.

Gärtner, Abbau mit Selbstversatz, Glückauf, 1929, Nr. 21/22.

Gillitzer, Wesen des Gebirgsdruckes und dessen Ausnutzung beim Abbaubetriebe des Mansfelder Bergbaus, Glückauf, 1928, S. 977 u. S. 1009.

Haak, Die Beherrschung des Gebirgsdruckes, Glückauf, 1928, S. 711.

Langecker, Gebirgsdruckerscheinungen im Kohlenbergbau, erläutert an der Grube Hausham in Oberbayern, B. H. Jahrbuch 1928, S. 5.

Langecker, Nutzbarmachung des Gebirgsdruckes für die Kohlengewinnung, Glückauf, 1928, S. 1409.

Lindemann, Gebirgsschläge im rheinisch-westfälischen Steinkohlenbergbau, Glückauf, 1926, S. 293.

Natter, Zur Planmäßigkeit des Bergeversatzes mit besonderer Berücksichtigung des Ruhrkohlenbergbaus, Kohle und Erz, 1929, Nr. 15/16.

Spackeler, Vom Wesen des Abbaus und des Versatzes, Glückauf, 1927, S. 593.

Spackeler, Die sogenannte Druckwelle, Glückauf, 1928, S. 873 u. S. 909.

Trompeter, Die Expansionskraft im Gestein als Hauptursache der Bewegung des den Bergbau umgebenden Gebirges.

Weber, Der Gebirgsdruck als Ursache für das Auftreten von Schlagwettern, Gasausbrüchen und Gebirgsschlägen, Glückauf, 1916, S. 1053; 1917, S. 1.

Einführung.

In jüngster Zeit wird in steigendem Maße der Nutzbarmachung des bei der Gewinnung der Kohle auftretenden Gebirgsdrucks Beachtung geschenkt. Mit dem Aufkommen der Kohlengewinnungsmaschinen drohte die Bedeutung des Gebirgsdrucks in Vergessenheit zu geraten. Zu der Zeit, wo die Kohle von Hand mit der Keilhaue gewonnen wurde, wußte der Bergmann bereits gut die Druckkräfte zur Mitarbeit heranzuziehen. Die Verhältnisse zwangen ihn dazu. Jeder unnütze Schlag mit der Hacke bedeutete Verschwendung an Muskelkraft. Anderseits verlangten die Abbauverfahren ohne Versatz eine gute Kenntnis der Tücken des Nebengesteins. Während jedoch früher die Faustregeln alter Praktiker ausschlaggebend waren, wird heute versucht, die Ursachen zu klären, um eine bestmöglichste Ausnutzung zu erzielen. Die Wirkung des Druckes ist von der Eigenart des Gebirges abhängig. Die Aufgabe dieser Arbeit ist, die Einflüsse des petrographischen Gebirgsbaus auf die Ausnutzung des Gebirgsdrucks bei der Kohlengewinnung zu prüfen. Die Untersuchungen sind im wesentlichen im Gebiete der Magerkohlengruppe des rheinisch-westfälischen Kohlenbezirks, und zwar vor allem auf der Anthrazitkohlenzeche Ludwig angestellt worden. Die aus den Beobachtungen gezogenen Folgerungen dürfen deshalb nicht ohne weiteres auf die anderen Flözgruppen übertragen werden.

Ueber die Entstehung des Nutzdruckes bei der Gewinnung der Kohle sind im bergmännischen Schriftwesen der letzten Jahre eine Reihe von Abhandlungen erschienen, auf welche hier Bezug genommen wird. Zusammenfassend sei darüber berichtet, daß übereinstimmend die Bildung einer Entspannungszone um jeden bergmännischen Grubenbau, der sogenannten Trompeterschen Zone, angenommen wird, außerhalb deren die volle Last des überlagernden Gebirges zur Geltung kommt. Für die auf den Kohlenstoß wirkende Drucklast ist — darin stimmen ebenfalls die Verfasser überein — der Kämpferdruck des sich über der Trompeterschen Zone bildenden Druckgewölbes stark mitbestimmend. Einige Verfasser nehmen außerdem eine Mitwirkung der Durchbiegung des Hangenden an, durch welche die bei der Entspannung entstandenen einzelnen Gesteinsschalen auf Knickung beansprucht werden, bei übermäßiger Senkung aber auch festgedrückt werden können [1]).

[1]) Eckardt, Haak, Gillitzer, Langecker, Spackeler, Winkhaus, Natter, Ende.

Erster Teil.

Nutzdruck und Nebengestein.

I. Beschaffenheit des Nebengesteins.

In den Flözen der Magerkohlengruppe haben die Sandsteine einen wesentlich größeren Anteil am Nebengestein als in den anderen Flözgruppen. Als unmittelbares Hangendes sind in den untersuchten Flözen dickbankige, über 0,5 m mächtige Sandsteine nicht angetroffen worden; auch ist der Sandstein im unmittelbaren Hangenden und Liegenden wegen eines höheren Tongehaltes vielfach von geringerer Festigkeit. Völlig reiner, harter Sandstein, in dem die Quarzkörnchen wieder durch Kieselsäure verkittet sind, findet sich erst im Abstande von einigen Metern vom Flöz. Hierzu ist der Finefrauer und Mausegatter Sandstein zu rechnen. Beide sind von schneeweißer oder bläulichgrüner Farbe und kommen in metermächtigen Bänken vor.

Sehr hart ist auch das bekannte Konglomerat im Hangenden von Finefrau; große Quarz- und Feldspatstücke sind zu einem festen Ganzen miteinander verkittet. Tonschiefer sind kaum ganz rein anzutreffen, sondern sind als Sandschiefer ausgebildet, bei denen je nach dem Ueberwiegen von Quarzkörnchen oder Ton zwischen sandigen Tonschiefern oder tonigen Sandschiefern zu unterscheiden ist. Es handelt sich meist um ein Gesteinspaket, das aus dünnen, bis zu 1 cm dicken Schichten zusammengesetzt ist. Durch Einlagerung von organischer Substanz wird der Sandschiefer gebräch. Flöz Mausegatt hat als unmittelbares Hangendes einen solchen gebrächen Sandschieferpacken, der eine Mächtigkeit bis zu 2,5 m erreichen kann. Winzig dünne Kohlenstreifchen liegen zwischen etwas dickeren Gesteinsschichten. Oft ist die schwarze Farbe des Schiefers ein Zeichen für das Vorhandensein von fein verteilter organischer Substanz. Wenn die Kohlenstreifchen in der Ueberzahl vorhanden sind, wird der Schiefer als Brandschiefer bezeichnet, der zuweilen noch zur Kesselfeuerung benutzt werden kann. Flöz Kreftenscheer I hat verschiedentlich im Liegenden eine Brandschieferschicht, die von den Hauern „Baggertpacken" genannt wird. Die Bezeichnung wird jedenfalls den Sinn haben, daß der Packen losgebaggert oder losgearbeitet und dann wieder als wertlos versetzt wird. Ist der Anteil an Kohle geringer, geht der Brandschiefer in Kohleschiefer über. Brand- und Kohleschiefer bilden häufig die Nachfallpacken im Hangenden und Liegenden der Flöze. Sie treten, wenn oft auch winzig dünn, in jedem Flöz auf. Flöz Kreftenscheer II (Zeche Ludwig, 6. Sohle) hat als Liegendes einen tonreichen Packen, der bis zu 1,50 m mächtig wird. Dieses ungeschichtete Gesteinspaket ist von Schlechten nicht durchsetzt. Die Bruchflächen sind sehr uneben und von pflanzlichen Versteinerungen übersät. In der Zusammensetzung hat die Schicht viel Aehnlichkeit mit dem Unterton (underclay) im Liegenden mancher englischen Flöze. Flöz Finefrau-Nebenbank (Zeche Ludwig, Feld Halle) hat im Liegenden vereinzelt auch einen ungeschichteten tonreichen Packen. Diese Schicht wird wegen der in ihr enthaltenen Konkretionen, die Faustgröße annehmen können, als Nußstein bezeichnet. In dem gebrächen Sandschiefer des Flözes Mausegatt und ebenfalls im Hangenden von Sarnsbank lagern Konkretionen kugel- oder ellipsoidartiger Gestalt, die Durchmesser bis zu 1 m besitzen. Diese Konkretionen haben eine glatt polierte Oberfläche und liegen völlig losgelöst zwischen dem übrigen Gestein, das in ihrer Umgebung brüchiger wird. Dieselben werden als „Kessel" bezeichnet. Von diesen sind in der Form die Gesteinsstücke*) zu unterscheiden, die meist als versteinerte Baumstümpfe angesehen werden; sie schließen meist glatt mit der Firstfläche ab.

Eine häufige Erscheinung sind besonders in den Kreftenscheerflözen und in Finefrau-Nebenbank die Wülste, die aus dem Hangenden hervorragen und oft eine wesentliche Mächtigkeitsverringerung des Flözes hervorrufen. Es treten zwei Arten von Wülsten auf. Die eine Art stellt mit dem übrigen Nebengestein ein einheitliches Ganzes dar. Das Gestein des Wulstes ist genau das gleiche wie das des umliegenden Hangenden. Bei der anderen Art ist der Wulst durch ein dünnes Kohlenstreifchen von dem Hangenden getrennt. Die Gesteinsart ist eine ganz andere wie die des umgebenden Gebirges. Vielfach ist der Wulst aus einem feinkörnigen, reinen, sehr festen Sandstein zusammengesetzt, wohingegen das eigentliche Hangende aus tonreicherem, weicherem Sandstein besteht. Der Wulst kann sogar geschichtet sein; die einzelnen Bänke sind wiederum durch Kohlenstreifen getrennt (Zeche Ludwig, Flöz Kreftenscheer I). Oft wird das Gebirge in der Nähe eines Wulstes brüchiger, so daß sich dieser schon einige Meter vorher durch ein Schlechterwerden des Hangenden bemerkbar macht. Manchmal ist auch keine Veränderung festzustellen, oder es kommt vor, daß der Wulst und das umgebende Hangende gleich brüchig sind.

Sandstein wie Sandschiefer können von Schlechten durchsetzt sein. Die Schlechtenflächen sind glatt, auch blank poliert, ähnlich wie das an den in der Kohle vorhandenen Schlechten zu beobachten ist. Gelegentlich ist Kalkspat in den Fugen abgesetzt.

Das Nebengestein eines bestimmten Flözes ist auf größere Entfernungen nicht durch gleichbleibende Eigenschaften gekennzeichnet. So ist das Hangende der Kreftenscheerflöze bald glattflächiger, druckfester Sandstein, bald wulstiges oder schnittiges Gestein. Oft

*) A. Funke: Kohle, Sargdeckel, wilder Stein und Fremdgestein, Bergbau, Jahrgang 1930 S. 215.

sitzt unter dem festen Hangenden ein Nachfallpacken, dessen petrographische Zusammensetzung und Mächtigkeit ständig Aenderungen unterworfen ist. Auch das Liegende besteht bald aus festem, glattem Sandstein, bald ist es tonhaltiger und dann weniger widerstandsfähig. Der gebräche Sandschieferpacken im Hangenden von Flöz Mausegatt besitzt alle möglichen Mächtigkeiten bis zu 2,50 m; stellenweise fehlt er auch ganz. Aehnlichem Wechsel ist die Beschaffenheit und Mächtigkeit des unmittelbaren Nebengesteins der anderen Flöze unterworfen.

II. Einwirkung des Nebengesteins.

1. Einwirkung beim Abbau im frischen Felde.

a) Einfluß des Hangenden.

Zur Beantwortung dieser Frage seien zunächst einige Beispiele angeführt. Die Senkung des Hangenden wurde dabei auf folgende Weise ermittelt. Von den zwei Meßpunkten wurde der eine dicht am Kohlenstoß, der andere dicht am Versatz gewählt. Die Meßpunkte lagen 15 m ober- bzw. unterhalb der Kipp- und Förderstrecke, wodurch sie der Einflußzone des Streckenortes entrückt waren. Die Meßstellen waren unter dem Hangenden durch Kreidezeichen markiert. Der langsame Verhieb bei dem Strebbau mit abgesetzten Stößen ermöglichte in allen Fällen eine Beobachtungszeit von über vierzehn Tagen, ohne daß die Meßpunkte im Versatz ausgespart zu werden brauchten.

Flöz Kreftenscheer II hatte auf der Zeche Ludwig in der 4. östlichen Abteilung als unterste Hangendschicht eine feste glattflächige Sandsteinbank in einer Mächtigkeit von 0,40 m. Auch das Liegende bestand aus dünnschichtigen, 0,10 bis 0,15 m mächtigen, nicht quellenden Sandsteinschichten. Bei einer Flözmächtigkeit von 0,60 m, einem Einfallen von 25° und einer Streblänge von etwa 60 m fing die Kohle nach 22 m Verhieb an, mit dem Abbauhammer gut gewinnbar zu sein. Solange nicht mehr als 22 m verhauen waren, hatten die Pfeilerstempel keinen Druck, sie konnten mit Leichtigkeit umgeschlagen werden. Innerhalb der ersten 15 m waren an der Kohle keinerlei Zerstörungserscheinungen durch Druck festzustellen. Der Stoß war beim Anschlagen mit der Hacke klingfest, die Schlechten waren festverschlossen und daher kaum sichtbar. In der Entfernung von 15 m war die Kohle schon leidlich mit dem Abbauhammer zu gewinnen, die Schlechten hatten sich schon teilweise zu öffnen begonnen. Von 22 m an blieb der Nutzdruck gleich, die Schlechten waren vollständig geöffnet, eine Drucklagenbildung war jedoch am frischen Stoß bei der harten Kohle nicht zu erkennen. Nach Freilegung einer Gebirgsfläche von 22 m hatte sich ein genügend starkes Druckgewölbe gebildet, durch dessen Druck auf den Kohlenstoß die Kohle zum abgebauten Raum hin geschoben und die Schlechten dabei geöffnet wurden. Auch das Hangende hatte sich jetzt zu senken begonnen und zwar erfolgte die Durchbiegung sehr gleichmäßig und langsam (Abb. 1 a). Sie betrug nach drei Tagen etwa 0,6 cm und erhöhte sich nach zehn Tagen auf nicht einmal 2 cm. Innerhalb dieser Zeit war an dem freigelegten Hangenden keine Rißbildung zu erkennen, die Schichten legten sich unverändert auf den Versatz auf, der vorschriftsmäßig im Abstande von zwei Feldern nachgeführt wurde. Die Senkung des Hangenden wurde

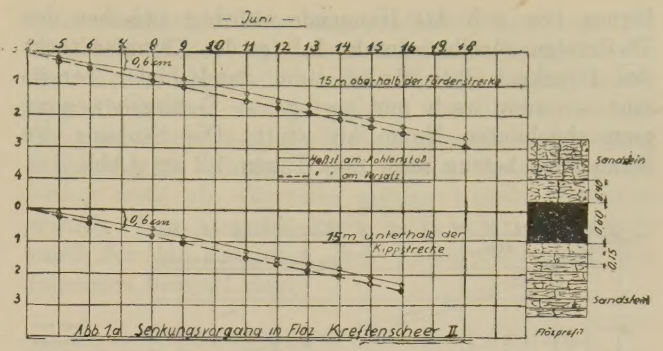

Abb. 1a. Senkungsvorgang in Flöz Kreftenscheer II.

durch das dichte Nachfolgen des Versatzes etwas beeinträchtigt; vermutlich wird damit auch der Nutzdruck in ungünstigem Sinne beeinflußt worden sein. Die gute Beschaffenheit des Hangenden hätte einen Abstand von vier bis sechs Feldern zwischen Kohlenstoß und Versatz ermöglicht, doch wurde durch das nahe Mitführen auch wieder ein plötzliches Abreißen des Hangenden verhütet. An der Senkung des Hangenden war, soweit überhaupt vom Ort aus Beobachtungen hierüber angestellt werden konnten, auch die der untersten Sandsteinbank folgende Sandsteinschicht beteiligt, da eine Lücke zwischen beiden Bänken nicht sichtbar war.

In dem 0,70 m mächtigen Flöz Kreftenscheer I bestand das Hangende aus einzelnen, 0,15 bis 0,20 m mächtigen Sandsteinbänken. Auch das liegende Gestein war ein dünnschichtiger, durckfester Sandstein. Alle übrigen Verhältnisse waren den vorher beschriebenen gleich. In diesem Gewinnungspunkte hatte sich die Trompetersche Zone bereits 15 m vom Aufhauen aus entwickelt, so daß die Schlechten sich öffneten. Die Senkung (Abb. 1 b) war etwas stärker, was auf die geringere Mächtigkeit der einzelnen Lagen zurückzuführen ist.

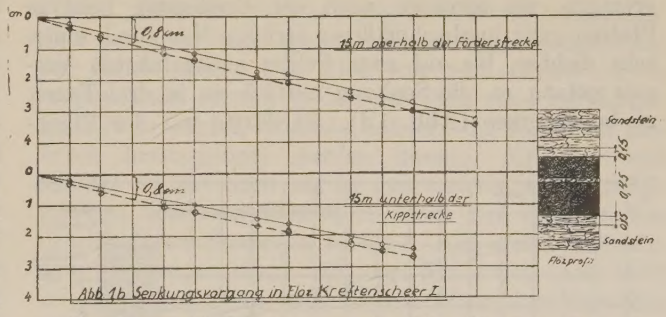

Abb. 1b. Senkungsvorgang in Flöz Kreftenscheer I.

Auch wird die um 0,10 m stärkere Flözmächtigkeit zur Erhöhung der Senkung beigetragen haben. Für das Maß der Senkung ist zu beachten, daß das Flözeinfallen in beiden Beispielen 25° betrug. Es würde bei ganz flachem Einfallen größer gewesen sein.

Das Hangende des Flözes Geitling (Zeche Ludwig, 4. östliche Abteilung) setzte sich aus einer 0,50 m mächtigen Sandschieferschicht zusammen, die allmählich in dünnbankigen Sandstein überging. Die einzelnen Schieferplatten erreichten Mächtigkeiten bis zu 2 cm. Das Liegende bestand aus dünnbankigem Sandstein. Bei einem Flözeinfallen von 25° und einer Streblänge von 60 m war die Kohle bereits 8 m von der Ausgangslinie aus wirtschaftlich mit dem Abbauhammer zu gewinnen. Zwei Tage nach der Frei-

legung bog sich das Hangende sichtbar zwischen den Pfeilerstempelreihen durch. Infolge des Kämpferdrucks des Druckgewölbes findet beim Sandschiefer bereits eine — wenn auch nur geringe — Gebirgsbewegung zum abgebauten Raum hin statt. Die Senkung des Hangenden betrug nach drei Tagen 1,3 cm (Abb. 1c),

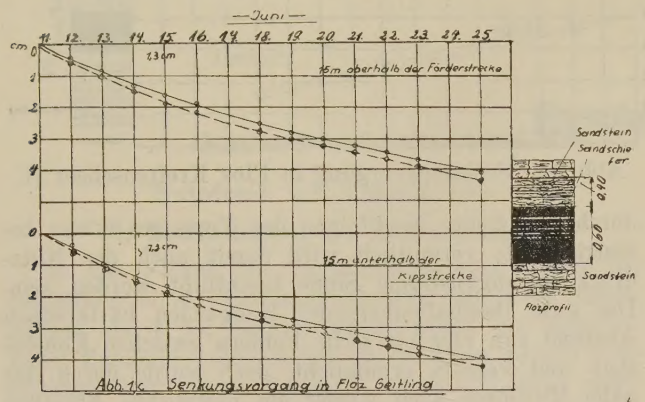

Abb. 1 c. Senkungsvorgang in Flöz Geitling.

war somit mehr als doppelt so groß als bei bankigem Sandstein. Auf die gegen die Kreftenscheerflöze stärkere Durchbiegung wird die größere Flözmächtigkeit und die weichere Beschaffenheit der Geitlingkohle von Einfluß sein.

Flöz Mausegatt hatte als Hangendes einen infolge der eingelagerten Kohlenstreifchen gebrächen Sandschieferpacken (Zeche Ludwig, Schachtabteilung), dessen Mächtigkeit in dem von mir beobachteten Gewinnungspunkte 1,50 m betrug. Das Liegende des 1,10 m mächtigen Flözes bestand aus dünnbankigem, druckfestem Sandstein. Bei einer Streblänge von 70 m betrug das Flözeinfallen 18°. Der Schieferpacken löste sich als Ganzes von dem überlagernden bankigen Sandstein ab. Die bis zu 2 cm dicken Schieferschichten konnten kein Durchwölben ertragen, sie zerrissen nach der Freilegung bald in Platten ganz ungleichmäßiger Größe. Nur durch einen sehr dichten, bis auf zwei Felder nachgeführten Versatz gelang es, die Senkung auf 1,5 cm in drei Tagen zu beschränken (Abb. 1 d). Es dürfte mit der Eigen-

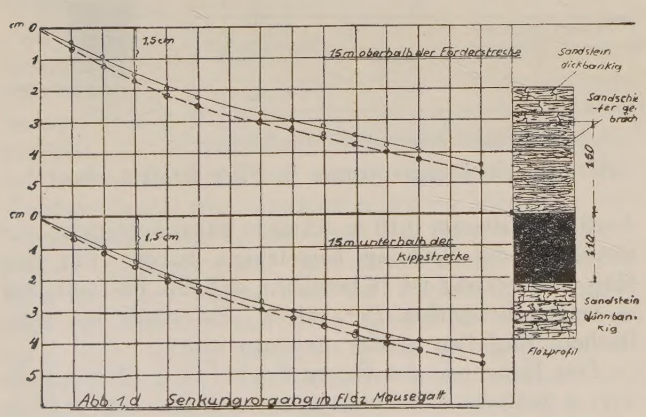

Abb. 1 d. Senkungsvorgang in Flöz Mausegatt.

art dieser Hangendschicht zusammenhängen, daß das Flöz Mausegatt nur wenig natürliche Schlechten enthält. Die Schlechtenabstände betragen stellenweise 2 m und mehr. Ein Teil des Nutzdruckes wurde auch schon zur Zertrümmerung des Packens verbraucht, der somit für die Zermürbung des Flözes verloren ging. Die Gewinnung der Kohle mit dem Abbauhammer war daher bei der großen Härte der Kohle und den mächtigen Kohlenlagen sehr schwierig. Vielfach kam es vor, daß der Sandschiefer am Kohlenstoß entlang abriß, wobei der Bruch bis zum festen Sandstein hinaufreichte, an dem selbst keinerlei Veränderungen festzustellen waren. Das Nachbrechen der dickbankigen Sandsteinbänke erfolgt so viel später, daß hierdurch keine unmittelbare Einwirkung auf den Gang der Kohle eintritt. An den Stellen, an denen das Hangende brüchiger wurde, war auch die Oeffnung der Schlechten in der Kohle unvollständiger. In anderen Betriebspunkten muß das Flöz häufig geschrämt werden.

Flöz Kreftenscheer II hatte in einem Gewinnungspunkt auf der 6. Sohle der Zeche Ludwig einen 1 m mächtigen, verhältnismäßig tonreichen Schieferpacken als Hangendes. Das Gesteinspaket war von Schlechten durchsetzt, die etwa im Einfallen des Flözes verliefen und deren Entfernung voneinander zwischen 1 bis 1,50 m schwankte. Das Liegende bildete ein druckfester, glattflächiger Sandstein. Da besonders die unteren Schieferschichten des Hangenden durch das Vorhandensein der Schlechten schnell in Schalen zertrümmert wurden, mußte das Hangende gut verzogen und der Versatz dicht nachgeführt werden. Die Kohle hatte eben ausreichenden Gang. Ihre Zermürbung wurde offenbar durch die Schnittigkeit des Gebirges beeinträchtigt, da der Druck sich leichter im Gestein als im Flöz auswirken konnte.

Aus den angeführten Beispielen läßt sich folgendes für die Entstehung des Nutzdruckes entnehmen: Die Beispiele vom Sandsteinhangenden zeigen deutlich, daß der Durchmesser des Druckgewölbes für die Höhe des Nutzdruckes maßgebend ist. Entschieden allein die hier angestellten Betrachtungen, so würde es darauf ankommen, durch bergbauliche Maßnahmen einen möglichst großen Durchmesser dieses Druckgewölbes zu erzielen. Die Beispiele mit Schieferhangendem zeigen aber bereits, daß das Druckgewölbe und der aus ihm entstehende Kämpferdruck nicht allein für den Nutzdruck bestimmend sein können; denn trotz der schnelleren Senkung, die zu einer Wiederverlagerung auf dem Versatz und damit zu einem kleinen Druckgewölbe führt, ist hier oft ein besserer Gang als bei Sandsteinhangendem vorhanden. Die beobachteten Horizontalbewegungen können an der Entstehung dieser günstigen Wirkung beteiligt sein. Eine Entscheidung dieser Frage wird jedoch nur auf Grund der im folgenden noch zu betrachtenden anderen Einwirkungen möglich sein. Bleibt danach für Sandsteinhangendes die Forderung eines möglichst großen Druckgewölbes bestehen, so findet doch diese Forderung ihre Grenzen in der Gefahr des Durchbrechens der Hangendschichten. Eine bekannte Erscheinung bei Flözen mit Sandsteingebirge ist das Einsetzen des Hauptdruckes. Hierunter wird bekanntlich das Auftreten von Perioden verstärkten Druckes mit dem nachherigen Abreißen größerer Gebirgsschollen verstanden. Das Einsetzen des Hauptdruckes wird auf den untersuchten Flözen heute zum größten Teile vermieden. Gärtner[2]) berichtet über diese Erscheinung aus Oberschlesien von der Wenzeslausgrube im 3. Wilhelmflöz, dessen Hangendes aus bankigem Sandstein besteht. Es ist auch bekannt, daß

[2]) Gärtner, Abbau mit Selbstversatz, Glückauf 1929, S. 702.

im Ruhrbezirk in den Fettkohlenflözen Sonnenschein [3]), Präsident und Bismarck mit Sandsteinhangendem bei dem dort üblichen Strebbau mit breiter Front und bei der sich hieraus ergebenden großen Abbaugeschwindigkeit der Hauptdruck erfahrungsgemäß nach einem Abbaufortschritt, der je nach der Beschaffenheit des Sandsteins, nach Flözeinfallen und Flözbeschaffenheit zwischen 20 bis 60 m schwankt, periodisch einsetzt mit der Folge, daß die Kohle die ersten Meter nach dem Niedergehen der Dachschichten fest ist. Wenn diese Erscheinung in den untersuchten Magerkohlenflözen heute weniger zu beobachten ist, so ist das auf die große Härte der Kohle, auf die geringe Mächtigkeit der Flöze und auf den langsamen Verhieb zurückzuführen. Bei der geringen Abbaugeschwindigkeit hat das Hangende Zeit, sich auf den Versatz aufzulegen. Früher, als die Magerkohlenflöze mit versatzlosen Abbauverfahren gewonnen wurden, mußte auch hier mit dem Hauptdruck gerechnet werden. Das freigelegte Hangende fing je nach der Mächtigkeit und Festigkeit der Gesteinsbänke nach einem bestimmten Abstande von der Kante des Kohlenstoßes an zu arbeiten. Die Pfeilerstempel krachten, die Kohle knallte laut und dünne Schalen sprangen vom Kohlenstoß ab. Der Nutzdruck nahm an Stärke erheblich zu. Sobald jedoch das Hangende durchgebrochen war, war der Kohle jeglicher Nutzdruck genommen; sie mußte erst wieder etliche Meter durch Sprengarbeit gewonnen werden. Die erfahrenen Hauer wußten genau, nach welcher Zeit in den einzelnen Flözen der Hauptdruck einsetzte, weil das Zubruchgehen des Hangenden sich ähnlich wie in den Fettkohlenflözen nach einer bestimmten freigelegten Fläche wiederholte. Um ein Durchbrechen des Hangenden über dem Kohlenstoß zu verhüten, wurde nach einer gewissen Fläche im Abstande von 3 bis 4 m vom Kohlenstoß entfernt durch den ganzen Streb eine Reihe von Stempeln geschlagen.

Die Tatsache, daß mit dem Hereinbrechen des Hangenden der Nutzdruck fast verschwindet, kann auf zweierlei Art und Weise erklärt werden. Solange die Gesteine über dem Abbauraum im Zusammenhang bleiben, verstärken sie den Kämpferdruck mit der Länge der freigelegten zusammenhängenden Hangendfläche. Mit dem Abreißen gewisser Stücke muß der Druck sich entsprechend verringern. Die Wirkung kann auch darauf beruhen, daß die Durchbiegung auf den Gang der Kohle mitwirkt. Wenn die Durchbiegung bei Sandstein auch gering ist, so stellen anderseits die festen Massen des Sandsteins bereits eine dem Stempel einer Presse vergleichbare Platte dar. Das Durchbrechen der Sandsteinbänke kann die Zerrwirkung des Nebengesteins aufheben. Welcher von den beiden Einflüssen der wirksamere ist, läßt sich natürlich schwer entscheiden.

Die bisherigen Untersuchungen haben sich mit der Frage der Beschaffenheit des Liegenden nicht befaßt. In den untersuchten Flözen konnte allgemein festgestellt werden, daß die Schlechten am vollkommensten geöffnet wurden, wenn das Liegende aus wenig nachgiebigem, glattflächigen Sandstein bestand. In diesem Falle wurde der größte Teil des Nutzdruckes auf Ablösung der Kohlenlagen verwandt. Der harte Sandstein bildete eine druckfeste Unterlage. Es kann hier wieder der vorhin angeführte Vergleich mit einer Presse angestellt werden. Wellige Beschaffenheit oder Unebenheit des Liegenden verschlechterten den Gang der Kohle, weil hierdurch ihre seitliche Bewegung beeinträchtigt wurde. Diese Feststellungen können jedoch nicht als allgemein gültige Regeln angesehen werden. Das Liegende kann auch selbst der Hauptanlaß für das Entstehen des Nutzdruckes sein, wie folgendes Beispiel zeigt.

b) Einwirkung des Liegenden.

Flöz Kreftenscheer II hatte auf der Zeche Ludwig in der Schachtabteilung einen 0,50 bis 0,60 m mächtigen weichen Tonschiefer als Liegendes. Das Hangende setzte sich aus dünnschichtigem Sandstein zusammen. Dieser Packen am Liegenden schob sich mit großem Druck in den Abbau hinein. Bei dieser Entspannung zerriß das Gestein schon unter der noch anstehenden Kohle in Schalen ganz unregelmäßiger Gestalt. Sobald die Kohle weggenommen wurde, wölbten sich die Gesteinsstücke sichtbar um mehrere Zentimeter hoch. Das Hineinschieben des Packens hielt beständig an. Um das Rutschen- und Fahrfeld offen zu halten, mußte in diesen beiden Feldern der Packen in der halben Mächtigkeit mitgewonnen werden. Ohne Nachreißen des Liegenden verringerte sich der Abstand zwischen Hangendem und Liegendem nach drei Tagen von 0,70 auf 0,40 m. Eine Volumenzunahme durch Wasser kam nicht in Betracht, weil nicht die geringste Spur von Wasser vorhanden war. Es handelte sich vielmehr um die Entspannung einer Gesteinsschicht, die besonders stark unter Spannung stand. Wenn die Gewinnung unterbrochen wurde, hörte die Gesteinswanderung nicht auf, die Gesteinsschalen wurden vor dem Kohlenstoß hochgedrückt und klemmten die Kohlenlagen fest. Nach Ruhetagen war hierdurch die Kohle schlechter zu gewinnen. Bei ununterbrochener Gewinnung beeinträchtigte der nicht mit abgebaute Liegendpacken den Gang der Kohle nicht. Das Flöz war vom Nutzdruck so ausgezeichnet zermürbt, daß der Stoß nicht auf Lagen gestellt zu werden brauchte, sondern die Kohle im Einbruch herausgeholt werden konnte. Sie war viel leichter zu gewinnen als in den anderen Gewinnungspunkten desselben Flözes, in denen das Liegende aus druckfesterem Sandstein bestand. Aus dieser Beobachtung ist zu ersehen, daß der Nutzdruck sich nicht allein aus senkrecht wirkenden Kräften, dem Gewölbe- und Senkungsdruck zusammensetzt, sondern auch zu starken seitlichen Bewegungen führen kann, welche die Auflockerung der Kohle begünstigen. Es sei dahingestellt, ob diese wagerechte Bewegung aus einer Komponente des Kämpferdruckes oder aus der Expansivkraft des Gebirges hervorgeht. Jedenfalls zeigt das angeführte Beispiel, daß das Liegende nicht allein die Aufgabe einer Druckunterlage zu erfüllen hat, sondern selbst durch seitliche Bewegungen zur Erhöhung des Nutzdruckes beitragen kann.

c) Besondere Einwirkung der Nachfallpacken.

Einer besonderen Betrachtung bedürfen noch die als Nachfallpacken bezeichneten Gesteinsschalen am Hangenden, bei steilerem Einfallen auch am Liegenden. Ueber dem dünnbankigen Sandstein im Liegenden des

[3]) Vgl. auch Lindemann, Gebirgsschläge im rheinisch-westfälischen Steinkohlenbergbau, Glückauf 1926, S. 293.

mit 20° einfallenden Flözes Kreftenscheer I (Zeche Ludwig, 6. Sohle) lag ein Packen, der aus einer tonreichen Masse bestand und eine Mächtigkeit bis zu 10 cm erreichte. Diese Gesteinslage wurde vom Gebirgsdruck nicht zerdrückt; sie wich seitlich aus. Ohne zu zerreißen, wölbte sich die Schicht zum abgebauten Raum hin hoch. Die seitliche Bewegung der Kohle wurde erschwert, was sich dadurch erklärte, daß die Kohlenlagen festgeklemmt wurden. Die Beeinträchtigung der Auflockerung des Kohlenstoßes wurde dadurch beseitigt, daß der Packen mit der Kohle mitgewonnen wurde. Die Aufwölbung der Gesteinslage vor dem Abbaustoß fiel jetzt fort. Sie bewegte sich gemeinsam mit der Kohle zu der spannungslosen Zone hin. Am Nachfall waren jetzt ebenfalls Rißbildungen festzustellen. Langecker[4]) hat in Hausham in Bayern ähnliche Beobachtungen gemacht. Die Gewinnbarkeit der Pechkohle verschlechtert sich sofort, wenn das Liegende nicht aus den meist vorkommenden festen Sandstein- oder Mergelbänken besteht, sondern zunächst eine dünne Lage eines weichen, leicht zerdrückbaren Mergels folgt. Auch hier hat sich herausgestellt, daß der bessere Gang der Kohle wieder einsetzt, sobald diese Mergellage mitgewonnen wird. Bei dem erwähnten Nachfall erhöhte sich die nachteilige Einwirkung auf den Gang der Kohle mit der Abnahme der Mächtigkeit des Packens. Die Erklärung hierfür bietet vielleicht wieder der Vergleich mit der Stempelpresse. Ein bestimmter Druck entspricht dem Widerstand, den eine Masse ihrer Bewegung entgegensetzt. Je dünner die Schicht unter dem festen Sandstein ist, um so leichter kann sie zum Abbau hingeschoben werden. In einem anderen Gewinnungspunkte war der gleiche Nachfall vielmürber. Er wurde nicht aufgewölbt, sondern war vom Gebirgsdruck schneller als die harte Kohle zerdrückt. Die Gewinnbarkeit der Kohle wurde auch hier verschlechtert, weil ein Teil des Nutzdruckes bei der Zermürbung der Gesteinsschicht verloren ging und dem Flöz eine gute, widerstandsfähige Druckunterlage fehlte.

Flöz Mausegatt hatte in der Schachtabteilung der Zeche Ludwig verschiedentlich im Hangenden einen starkgebrächen Nachfall von 10 bis 15 cm Mächtigkeit. Dieser Packen war schneller vom Nutzdruck zerstört als die harte Kohle. Die nur leidliche Gewinnbarkeit der Kohle bei dem gebrächen Sandschiefer wurde durch das Vorhandensein des Packens noch weiter beeinträchtigt. Es zeigten sich die eben angegebenen Beobachtungen noch deutlicher. Zusammenfassend läßt sich über die Einwirkung der Nachfallpacken auf die Kohlengewinnung sagen, daß ihre petrographische Beschaffenheit von großer Bedeutung ist.

d) Einwirkung der Wülste.

In den Kreftenscheerflözen bot sich auch Gelegenheit, den Einfluß von Wülsten auf die Druckverhältnisse zu beobachten. Schon durch kleine wulstige Unebenheiten des Hangenden wurde die Gewinnbarkeit der Kohle verschlechtert. Die Hauer beseitigten die klemmende Wirkung dadurch, daß sie zuerst die Kohle in der unmittelbaren Umgebung der vorspringenden Buckel fortnahmen. Aehnlich beeinträchtigen auch wellenförmige Ausbildung des Liegenden die Gewinnbarkeit der Kohle. Flöz Kreftenscheer II hatte im oberen Teil des Sohlenstrebs in der Schachtabteilung einen Wulst ellipsenartiger Form. Dieser erreichte eine Länge von 6 m und war in der Mitte etwa 3 m breit (Abb. 2). Er bestand aus festem reinem Sandstein und war von dem weicheren, dünnbankigen eigent-

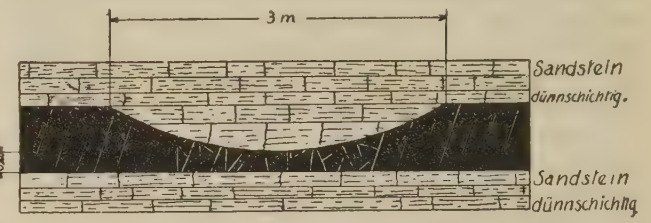

Abb. 2. Fester Sandsteinwulst in Flöz Kreftenscheer II (Querschnitt).

lichen Hangenden durch ein dünnes Kohlenstreifchen getrennt. Ein weiteres Kohlenband unterteilte den Wulst in zwei Bänke. Das Hangende wies in der Umgebung des Wulstes keine Veränderungen auf. Etwa 4 m vor dem Wulst waren die Kohlenlagen leichter hereinzugewinnen. Der Nutzdruck des Hangenden übertrug sich auf den schweren Wulst. Da dieser nur locker mit dem Hangenden verbunden war und wegen seiner großen Druckfestigkeit starken Widerstand leisten konnte, wirkte er wie ein Keil, der vom Gebirgsdruck gegen den Stoß hin getrieben wurde. Da die Schlechten ähnlich wie der Wulst ungefähr diagonale Streichrichtung hatten, wurden die Kohlenlagen mit erhöhtem Druck zum abgebauten Raum hingeschoben. Das Gefüge der seitlich des Wulstes anstehenden Kohle war völlig zerstört. Sie wurde von den Hauern als „gefrorene Kohle" bezeichnet und war äußerst schwer zu gewinnen. Die unter dem Wulst sitzende Kohle war gesund, doch war sie sehr festgedrückt, und obwohl ihr Gefüge durch Drucklagenbildung stark zermürbt war, konnte sie mit dem Abbauhammer kaum hereingeholt werden. Der Wulst wurde nicht angebaut, sondern mitsamt der Kohle durch Sprengarbeit hereingeschossen. Das nach Beseitigung des wulstigen Gesteins freigelegte Hangende wies keinerlei Abweichungen vom übrigen Gebirge auf. Gleich hinter dem Wulst hatte die Kohle wieder den gewöhnlichen Gang, weil kein Hindernis mehr vorhanden war. Große Wülste erhöhen den Nutzdruck immer dann, wenn sie aus druckfestem Gestein bestehen, nur locker mit dem eigentlichen Gebirge verbunden sind und ein Streichen besitzen, das nicht dem Schlechtenstreichen vollkommen entgegen gerichtet ist. Flöz Kreftenscheer I hatte in einem anderen Streb einen Wulst, dessen Ausmaße in der Abb. 3 angegeben sind. Hangendes

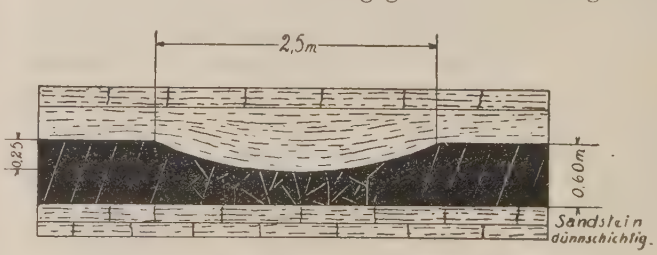

Abb. 3. Brüchiger Wulst in Flöz Kreftenscheer I.

und Wulst setzen sich aus dem gleichen dünnbankigen mürben Sandstein zusammen. Unter dem brüchigen

[4]) Langecker, Die Nutzbarmachung des Gebirgsdruckes bei der Kohlengewinnung. Glückauf 1928, S. 1409.

Gebirge war die Kohle wesentlich fester, weil das Gestein eine gute Druckübertragung nicht zuließ.

Die im Hangenden der Flöze vorkommenden Sargdeckel üben auf die Gewinnbarkeit der Kohle wegen ihres geringen Eigengewichts und weil sie aus dem Hangenden nicht herausragen, keine nachteiligen Wirkungen aus.

In der folgenden Tafel sind die Eigenschaften und der Einfluß auf die Gewinnungsmöglichkeiten der Kohle vom festen Sandsteinhangenden bis zum brüchigen Wulst zusammengestellt:

Gesteinsart	Vorkommen im Flöz	Eigenschaften	Gewinnungsmöglichkeit der Kohle
bankiger Sandstein, 0,40 m	Kreftenscheer II, H. *)	fest, gering nachgiebig	günstig
bankiger Sandstein, 0,20 m	Kreftenscheer I, H.	fest, gering nachgiebig	günstig
Sandschiefer, 0,50 — 0,60 m	Geitling, H.	weich	günstig
Sandschiefer, 1,50 — 2,- m	Mausegatt, H.	gebräch, nicht plastisch	weniger gut
tonreicher ungeschichteter Packen, 0,60 m	Kreftenscheer I, L. **)	stark quellend, nicht plastisch	günstig
tonreicher Nachfall, 0.10 m	Kreftenscheer I, L.	plastisch	schlecht
tonreicher Nachfall, 0,10 m	Kreftenscheer I, L.	mürbe	schlecht
Nachfall 0,10 — 0,15 m	Mausegatt, H.	stark brüchig	schlecht
Sandsteinwulst	Kreftenscheer II, H.	fest	besser
tonreicher Wulst	Kreftenscheer II, H.	brüchig	schlecht

*) H. bedeutet: im Hangenden
**) L. bedeutet: im Liegenden

2. Einfluß des Nebengesteins beim Abbau mehrerer Flöze.

Bisher wurde lediglich über die Abhängigkeit des Nutzdruckes von der Art des Nebengesteins gesprochen. Um jedoch hierbei nicht zu unrichtigen Ergebnissen zu kommen, ist auch die Beeinträchtigung des Nutzdruckes durch Einwirkungen des Abbaus anderer Flöze zu berücksichtigen. Derartige Fälle sind dem Bergmann hinreichend bekannt. Hier ist nur die Frage zu prüfen, inwieweit die Eigenart des Nebengesteins dabei einen Einfluß ausübt.

Wenn von den beiden benachbarten Flözen Finefrau und Finefrau-Nebenbank (Zeche Ludwig) zuerst das hangende Flöz Finefrau verhauen wird, so hat die Kohle in Finefrau-Nebenbank keinen Gang; beim umgekehrten Abbau tritt die gleiche Erscheinung ein. Die beiden Flöze sind auf der Zeche Ludwig im Feld Halle bei einem Flözeinfallen von 18° 35 m weit voneinander entfernt. Das trennende Gestein bildet vorwiegend bankiger Sandstein. Eine ähnliche Beeinflussung besteht zwischen den Flözen Mausegatt und Kreftenscheer I. Das trennende Gestein setzt sich hauptsächlich aus bankigem Sandstein in einer Mächtigkeit von 28 m zusammen. Die Gesteinsmassen entspannen sich zu dem abgebauten Raum hin. Dem Gestein ist damit das latente Arbeitsvermögen genommen. Die Kohle wird aber in dem noch anstehenden Flöz durch die Entspannung nicht locker, sondern bleibt so fest, daß sie in vielen Fällen nur durch Schräm- oder Schießarbeit gewonnen werden kann. Es ist somit nicht nur eine Entspannung des Gebirgskörpers in söhliger Richtung, sondern auch senkrecht zu den Gesteinsschichten festzustellen, die sowohl bei Tonschiefern wie auch bei bankigen Sandsteinen vorhanden ist. Der verschiedene Grad der Plastizität der Gesteine ist somit unwesentlich. Die vorstehenden Beobachtungen liefern auch einen Beweis dafür, daß dem Senkungsdruck nur ein geringer Anteil am Nutzdruck zukommt, weil die entspannten Schichten sich auch senken, aber dennoch keine nennenswerte Zermürbung der Kohle zustande kommt.

Zwischen den Flözen Wasserbank und Hauptflöz auf der Zeche Alte Haase bestehen bei einem trennenden Gesteinspaket von 90 m keine wechselseitige Abbauwirkungen mehr. Zu beachten ist dabei, daß die Flöze sehr steil, mit einem Winkel von 80° einfallen. Bei steilerem Einfallen der Schichten tritt die Entspannung nicht so stark in Erscheinung. Daß der Abstand, innerhalb dessen zwei benachbarte Flöze sich beim Abbau beeinflussen, bei plastischen Gesteinen größer ist, muß angenommen werden. Der praktische Nachweis dafür wird jedoch schwer zu führen sein, da kaum die gleichen Verhältnisse bei Gesteinen verschiedener Plastizität in der Natur anzutreffen sind.

Auf der Zeche Langenbrahm werden die beiden Sarnsbankflöze gemeinsam abgebaut. Es handelt sich um zwei 0,80—1,00 m mächtige Flöze, die mit 25° einfallen und etwa 12 m weit auseinander liegen. Zwischen den beiden Flözen lagert Sandstein und Sandschiefer. Durch Erfahrung hat sich herausgestellt, daß die Kohle in beiden Flözen gut geht, wenn das hangende Flöz Sarnsbank II beim Abbau in einem Abstande von 30 m dem Liegenden nachfolgt. Ein größerer oder kleinerer Abstand macht sich auf die Gewinnbarkeit stets ungünstig bemerkbar. Diese Erscheinung wird darauf zurückzuführen sein, daß der Abbaustoß des hangenden Flözes bei einem Abstande von 30 m in der günstigsten Stelle der Trompeterschen Zone von Sarnsbank I zu liegen kommt.

Es bleibt nunmehr noch das Verhalten der Kohle dem Nutzdruck gegenüber zu betrachten. Oft, wenn nach Lage der Verhältnisse ein guter Abbaudruck zu erwarten ist, kann festgestellt werden, daß die Kohle dennoch schlechten Gang hat. Die Ursache ist dann in der Eigenart des Flözes zu suchen. Der Klärung dieser Frage sollen die folgenden Ausführungen gelten.

Zweiter Teil.

Nutzdruck und petrographische Eigenart des Flözes.

1. Bedeutung der Schlechten.

Da die Kohle bei ihrer seitlichen Bewegung ähnlich wie der Eisenblock zwischen einer Presse Formänderungen erleidet, so liegt nahe zu vermuten, daß die Zerstörung dort beginnen wird, wo geologische Vorgänge den Zusammenhang des Flözes gestört haben. Ueber die Entstehung und Bedeutung der Schlechten hat vor kurzem Ende[5]) geschrieben, worauf hier Bezug genommen wird. Da Ende seine Beobachtungen in der

[5]) Ende, Die Bildung der Schlechten und Drucklagen. Glückauf 1929, S. 1653.

Fettkohle angestellt hat, ist hier nur zu prüfen, inwieweit die Verhältnisse in den Magerkohlenflözen von diesen Feststellungen abweichen.

Die Schlechten sind besonders gut in der hochglänzenden Anthrazitkohle durch ihre mattere Farbe zu erkennen. Auf den Schlechtenflächen sitzt zuweilen eine dünne Schicht fein zerriebener Kohle, die bisweilen von weicher Beschaffenheit wie Störungskohle ist. Oft ist sie aber auch hart und besteht dann aus mehreren dünnen Schichten, die fest mit der übrigen Kohle verwachsen sind. Besonders in der harten Kohle von Flöz Mausegatt sind auf den gut ausgeprägten Schlechtenflächen polierte Harnische, Rutschriefen und -rillen festzustellen, was darauf schließen läßt, daß die zerrissenen Kohlenblöcke auf den Flächen stark hin und her geschoben worden sind.

Was das Streichen der Schlechten in den Anthrazitkohlenflözen betrifft, so sind bestimmte Gesetzmäßigkeiten bei zwei benachbarten Flözen nicht zu erkennen. Flöz Mausegatt (Zeche Ludwig, Schachtabteilung) hatte ein besonders scharf ausgeprägtes Schlechtensystem, das noch von einer, stellenweise auch von mehreren Gruppen, nicht immer gut erkennbarer Nebenschlechten durchkreuzt wurde. Auch die Kreftenscheerflöze waren meist von mehreren Schlechten durchsetzt. Oft war die Feststellung zu machen, daß die Hauptschlechten auf größere Entfernungen ihre Streichrichtung beibehielten. Eine gleichmäßige Ausbildung nach zwei Druckrichtungen wie in den Fettkohlenflözen trat dagegen nicht in Erscheinung. Die stärkere Zerrissenheit der Anthrazitkohlenflöze ist anscheinend auf mehrfache Gebirgsbewegungen zurückzuführen. Vielleicht sind auch in der Anthrazitkohle des höheren Alters und der starken Verminderung der flüchtigen Bestandteile wegen die Anzahl der Schwundrisse (Diaklasen) größer. Es besteht jedoch keine Möglichkeit, Schwundklüfte und tektonische Schlechten voneinander zu unterscheiden. In der weichen Magerkohle (Zeche Alte Haase) sind gut ausgeprägte Schlechten nicht vorhanden. Es sind nur kurze Schlechtensplitter festzustellen, die unregelmäßig verlaufen, stellenweise auch ganz fehlen. Der Abstand zweier Schlechten beträgt zuweilen nur wenige Zentimeter, die Mächtigkeit der Kohlenlagen kann aber auch mehrere Meter erreichen (Flöz Mausegatt). Das Einfallen der Schlechten ist ebenfalls starken Schwankungen in den einzelnen Flözen unterworfen. In Flöz Mausegatt fallen die Schlechten vielfach mit 10—15° ein, in anderen Flözen stehen sie auch senkrecht zur Flözebene.

Welche Bedeutung kommt diesen Schlechten bei der Kohlengewinnung zu? Es ist in härterer Kohle eine bekannte Erscheinung, daß die Hauerleistungen bei zweiflügligem Abbau entweder auf der östlichen oder westlichen Seite besser sind. Auf einer der beiden Seiten fallen die Schlechten so ein, daß die Kohlenlagen sich nur unvollständig voneinander ablösen können. Die Kohle ist meist auf dem Flügel besser zu gewinnen, auf welchem die Schlechten zum abgebauten Raum hin einfallen, weil in diesem Falle bei der wagerechten Bewegung der Kohle die Lagen gut abgetrennt werden können. Auf der Zeche Ludwig bot sich Gelegenheit, diese Erscheinung in der 4. östlichen Abteilung zu beobachten. Das Hangende des Flözes bestand zuunterst aus Sandschiefer, das Liegende aus dünnschichtigem Sandstein. In diesem Flöz waren die Strecken etwa 150 m weit ins Feld vorgetrieben worden. Die Flözstücke sollten durch Pfeilerrückbau abgebaut werden. Weil jedoch die Abteilung zum Schutz gegen die ersaufende Nachbarzeche stillgelegt werden mußte, wurden zwei Streben vorn und hinten angesetzt, um noch möglichst viel Kohlen herauszuholen. Im hinteren Streb war die Neigung der Schlechten auf den Versatz zu gerichtet, im vorderen fielen sie zu dem Kohlenstoß hin ein. Sie setzten schräg von unten mit einem Streichen, das 20° vom Einfallen abwich, durch das Flöz durch. Im hinteren Streb öffneten sich die Schlechten selbsttätig, im vorderen dagegen nicht gut. Die Kohlenlagen blieben hier festgeklemmt. In den beiden Gewinnungspunkten wichen die Leistungen wesentlich voneinander ab, obgleich die Leute in beiden Streben gleich gut waren. Während im hinteren Gewinnungspunkt die Hauerleistung 3,9 t betrug, war sie im vorderen nur 2,8 t, demnach um 28% niedriger.

Auch die Neigung der Schlechten ist von Einfluß auf ihre Oeffnung. Je mehr sich der Winkel einem rechten nähert, desto besser ist ein Abschälen möglich. Kohlenlagen, die mit 45° einfallen, werden als Dachlagen bezeichnet, weil sie dachartig über dem Hauer hängen (Abb. 4). Diese sind trotz ihres für die söhlige Entspannung der Kohle ungünstigen Einfallens in nicht zu harter Kohle bequem hereinzuarbeiten. Der Hauer braucht nur etwas Kohle unter dem Hangenden fortzunehmen, und die Dachlage bricht herein. Durch plötzlich auftretendes widersinniges Einfallen der Schlechten entstehen die Keillagen (Abb 4). Diese sind in allen Flözen anzutreffen. Sie stören die gewöhnliche Ablösungsbewegung der Kohlenschalen; deshalb ist beim Vorhandensein von Keillagen stets Festerwerden der Kohle zu beobachten. Je geringer der Abstand der Schlechten ist, umso leichter lösen sich die Kohlenschalen ab. Mächtige Lagen beeinträchtigen ebenfalls die Gewinnbarkeit.

Als Ergebnis dieser Betrachtungen ergibt sich die große Bedeutung der Schlechten für die Gewinnung der Kohle. Es entsteht hieraus die Frage, wie die Besonderheiten der Schlechtenbildung ausgenutzt d. h. eine möglichst vollständige Oeffnung der Schlechten erreicht wird. Die Ursache der Schlechtenöffnung kann aus den eingangs geschilderten Gebirgsbewegungen einmal durch das Wandern des Hangenden oder Liegenden erklärt werden, wobei die Kohle durch Schleppung mitgenommen wird. Sie kann auch durch die Durchbiegung des Hangenden hervorgerufen werden, wobei die einzelnen Kohlenlagen auf Knickung beansprucht werden, so daß sie sich nach dem Abbaustoß hin durchbiegen. In diesen Fällen muß dem anfänglichen Oeffnen der Schlechten bald die volle Zermürbung der Kohle folgen; insofern stehen die hier gschilderten Beobachtungen miteinander im Einklang.

Die Bedeutung der Schlechten für die Gewinnbarkeit der Kohle erkennt man in den Anthrazitkohlenflözen an der durchweg sich zeigenden Notwendigkeit, den Stoß auf Lagen zu stellen, da nur hierdurch eine ausreichende Oeffnung der Schlechten erzielt wird. Das ermöglicht die übliche Abbauweise, der Strebbau mit abgesetzten Stößen. Wechselt im Streb plötzlich die Streichrichtung der Schlechten, so kann die Stoßstellung sogleich geändert werden, was beim Strebbau mit breitem Blick nicht möglich ist. Besonders schwierig gestaltet sich die Gewinnbarkeit in den sogenann-

ten „Schlechtennestern“. Solche Nester sind in den Anthrazitkohlenflözen häufig dort anzutreffen, wo das Flöz von mehreren Schlechtengruppen durchsetzt ist. Sie sind an den Kreuzungsstellen mehrerer Schlechtensysteme zu finden; die Größe der Fläche ist sehr verschieden. Eine bestimmte Gesetzmäßigkeit in dem Auftreten der Nester ist nicht zu erkennen. In der Mehrzahl der Fälle ist Schießarbeit nicht zu vermeiden.

Oft ist das Abbauverfahren der Anlaß, den schwebenden Verhieb anwenden zu müssen, obschon die fallende Verhiebart allein ermöglicht, den Kohlenstoß auf Lagen zu stellen. Die Schlechten werden dann nur teilweise geöffnet und die Kohle ist bedeutend schlechter zu gewinnen. In dem Sohlenstreb des Flözes Kreftenscheer II (Zeche Ludwig, 6. Sohle, Schachtabteilung) brauchte nicht nach Lagen gearbeitet zu werden. Der Hauer holte am abgesetzten Stoß die Kohle auf eine Tiefe von 1 m im Einbruch heraus. Die noch anstehende Kohle konnte sich zum offenen Stoß hin völlig entspannen und die Kohlenschalen waren ohne großen Widerstand hereinzureißen. Die auch in dieser Kohle vorhandenen Schlechten waren nicht mehr festzustellen, weil die Kohle infolge des ausgezeichneten Nutzdrucks durch Drucklagenbildung völlig zermürbt war. Die Bedeutung der ursprünglichen Schlechten tritt somit dort zurück, wo bei Kohle milder Beschaffenheit ein besonders hoher Nutzdruck auf dem Kohlenstoß liegt. Hier bilden sich die von den Schlechten unabhängigen

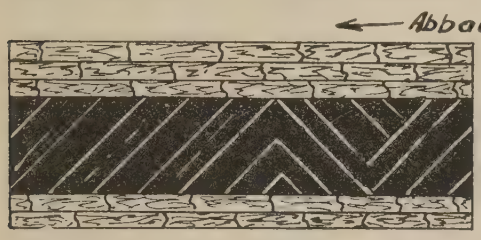

Abb. 4. Dach- und Keillagen.

Drucklagen. Diese sind Schnittflächen im Flöz, die ähnliche Wirkungen wie die Schlechten haben, aber nicht wie die Schlechten vorhanden sind, sondern erst durch Abbauwirkungen entstehen. Spackeler erklärt die Drucklagen aus den Entspannungsvorgängen an der Grenze der durch den Kämpferdruck gepreßten Kohle zur entspannten Kohle in die Trompetersche Zone. Soviel kann jedoch über die Bedeutung der primären Schlechten gesagt werden, daß, gleichgültig welcher Beschaffenheit die Kohle ist, der Zermürbungsvorgang immer mit der Schlechtenöffnung hinter dem Kohlenstoß anfängt. Harte Kohle — wie z. B. der Anthrazit — ist teilweise so druckfest, daß bis kurz vor dem unmittelbaren Hereingewinnen keine weiteren Zerstörungserscheinungen feststellbar sind. Oft sind die Kohlenlagen aber auch so mächtig und ist die Kohle so hart (Flöz Mausegatt), daß der Nutzdruck nicht in der Lage ist, die Schlechten zu öffnen. In weicher Kohle sind die Druckwirkungen bedeutend stärker. Das Gefüge der ersten Kohlenlagen am offenen Stoß wird völlig zerstört; die Kohle bröckelt in kleinen Schalen und Splittern in das Fahrfeld hinein.

Bevor auf die Fortsetzung des Zerstörungsvorgangs im Flöz ausführlich eingegangen werden kann, ist kurz darüber zu berichten, in welchem Abstande vom Abbaustoß das Oeffnen der Schlechten beginnt. Das Druckgewölbe ist bei Sandsteinhangendem bekanntlich viel flacher als bei Schiefergestein. Der Kämpferdruck ist somit im Sandsteingebirge auf eine weit größere Fläche verteilt. Daher wird die Abtrennung der Kohlenlagen bei Sandstein früher einsetzen als bei elastischen Tonschiefern. Es würde jedoch verfehlt sein, den Beginn der Schlechtenöffnung genau ermitteln zu wollen. Durch Bohrungen können Dichteänderungen nicht festgestellt werden, weil durch den Bohrer selbst bereits eine Lockerung der Kohle hervorgerufen wird.

II. Gefüge der Kohle.

Die Oeffnung der Schlechten und die Drucklagenbildung ist darum besonders gut in der harten Anthrazitkohle zu verfolgen, weil die Kohle dem Gebirgsdruck großen Widerstand bietet. Die Drucklagenbildung beginnt vielfach erst, nachdem der Stoß mehrere Tage dem Nutzdruck ausgesetzt ist. Die langsame Verhiebgeschwindigkeit bietet bei dem Strebbau mit abgesetzten Stößen Gelegenheit, einen Kohlenstoß bis zu 14 Tagen und länger auf Druckerscheinungen beobachten zu können.

Die Anthrazitkohle setzt sich vorwiegend aus Glanzkohle zusammen. Die Mattkohle, die vereinzelt in dünnen Streifen zwischen der Glanzkohle lagert, ist an ihrer viel matteren Farbe zu erkennen. Der dritte Bestandteil, der holzkohlenartige Fusit, kommt seltener vor; er lagert regellos in kleinen Streifen und Stücken zwischen der übrigen Kohle. Er ist daran zu erkennen, daß er wie Ruß abfärbt. Flöz Kreftenscheer II (Zeche Ludwig, Schachtabteilung, Sohlenstreb) war nicht in Bänke unterteilt, die Kohle war durch Bergestreifen nicht verunreinigt. Zwischen der vorherrschenden Glanzkohle lagen vereinzelt, in unregelmäßigen Abständen, dünne, höchstens 0,5 cm mächtige Mattkohlenstreifen. Die Zermürbung begann bei der Glanzkohle bedeutend früher. Die Risse in der Glanzkohle wurden dort unterbrochen, wo sie in Mattkohle überging. Wenn auch bei materialprüfungsmäßigen Untersuchungen die Druckfestigkeit der Glanzkohle größer zu sein pflegt, so ist im Gebirgszusammenhang vermutlich der geringeren von Natur vorhandenen Zerklüftung wegen die Festigkeit der Mattkohle größer. Rittmeister[6]) hat auf Dünnschliffen der Glanzkohle Schrumpfungserscheinungen und viel Schwundrisse ermittelt, die bei der Mattkohle fehlen. Die Anthrazitkohle weist je nach ihrem Gefüge dem Nutzdruck gegenüber ein sehr wechselvolles Verhalten auf. Flöz Mausegatt hat bisweilen eine sehr harte Kohle feinkörnigen Gefüges. Diese Kohlenart ist bereits von den primären gebirgsbildenden Kräften nur wenig zerstört worden, worauf die großen Schlechtenabstände hindeuten. Bleibt ein solcher Kohlenstoß längere Zeit dem Gebirgsdruck ausgesetzt, so lösen sich erst nach 2—3 Tagen ein paar Kohlenschalen ab, die übrige Kohle ist unverändert fest. Eine Spaltbarkeit nach irgendeiner Richtung ist nicht zu erkennen. Von den Kohlenblöcken lassen sich mit der Keilhaue nur kleinere Schalen von unregelmäßiger Gestalt abschlagen. In einer Kohle solchen Gefüges sind alle Versuche, den Nutzdruck auszunutzen, vergeblich gewesen. Das kann als ein Zeichen dafür angesehen werden, daß bei den hier vorhandenen Gebirgsverhältnissen eine Gewinnbarkeit mit dem Abbauhammer nur dann

[6]) Rittmeister, Eigenschaften und Gefügebestandteile der Ruhrkohlen. Glückauf 1928, S. 599.

möglich ist, wenn Schlechten bereits in der Kohle vorhanden sind. In allen Flözen ist oft eine Kohle anzutreffen, die nach bestimmten mit Fasern bedeckten Flächen zerreißt. Die Fasern sind auf den Kohlenschalen zart, aber doch scharf ausgeprägt, so daß sie deutlich mit dem bloßen Auge wahrnehmbar sind. Der Abstand zweier solcher mit Fasern bedeckten Flächen beträgt oft nur wenige Millimeter. Ihre eigentliche Länge ist nicht zu ermitteln, da die Kohle auch quer zum Streichen der Fasern vom Nutzdruck zerrissen wird. Die Streichrichtung ist sehr verschieden, aber stets maßgebend für den Verlauf der Drucklagen. Die Kohle dieses Gefüges besitzt quer zum Fasernverlauf muscheligen Bruch. Die muscheligen Bruchflächen haben eine tiefschwarze Farbe von hohem Glanz, während die gefaserten Flächen bedeutend matter sind. Ich halte es für unwahrscheinlich, daß die Fasern als Druckriefen oder -rillen anzusehen sind. Sie sind derartig fein ausgebildet, daß ich sie für das erhaltene Holzgefüge des Ursprungsstoffs halten möchte. Eine andere Gefügeart setzt sich aus dünnen, in der Flözfläche liegenden, geschieferten Kohleplättchen zusammen. Diese Schieferung ist nicht als Folge des durch den Abbau hervorgerufenen Gebirgsdruckes anzusehen, sondern rührt von primären Druckkräften her. Die Schieferung ist nämlich auch an solcher Kohle zu erkennen, die keinen Gang hat. Sie ist je nach der Reinheit der Kohle mehr oder minder vollständig. Unter der Wirkung des Nutzdruckes wird diese Kohle leicht zertrümmert. Diese leichte Zermürbung deutet auf die wagerecht wirksamen Kräfte der Schleppung und Knickung hin, da sonst die dünnen Lagen festgedrückt würden. Bei einer anderen weniger häufig auftretenden Gefügeart ist keinerlei Spaltbarkeit zu ermitteln. Sie ähnelt hierin der körnigen Mausegattkohle, doch ist sie von viel höherem Glanz und der Bruch nach allen Seiten hin muschelig. Da der Nutzdruck in solcher Kohle keine geeigneten Angriffsflächen findet, ist eine Auflösung der Kohle später zu beobachten als bei den anderen Gefügearten. Für die Gewinnbarkeit der Kohle ist somit ihr Gefüge von wesentlicher Bedeutung.

III. Einfluß der einzelnen Flözbänke.

Die Mittelbank des Flözes Geitling war bedeutend früher vom Abbaudruck zermürbt als die Unter- und Oberbank. In der Kohle der Mittelbank waren dünne Bergestreifen in unregelmäßigen Abständen eingelagert, die wegen ihrer mürben Beschaffenheit keinen großen Druck aufnehmen konnten und eher als die Kohle Zerstörungserscheinungen aufwiesen. Von den Hauern wurde die aufgelockerte Mittelbank zuerst gewonnen. Auf die Unterbank wurde nur ein kleiner Teil des Nutzdruckes übertragen. Wenn die Unterbank gleichwohl gut gewinnbar war, so erklärt sich dies nur so, daß mit der schnellen Zerstörung des mittleren Flözstückes eine gute Entspannung und Rißbildung in der Unterbank verbunden war.

Auch die Schramlagen, die früher, als die Kohle noch mit der Keilhaue gewonnen wurde, dem Hauer zur Herstellung des Schrams wertvoll waren, bildeten vielfach mürbe Streifen aus Mergel oder Tonschiefer, an denen sich die Druckwirkungen zuerst bemerkbar machten. Wenn ein solches Bergemittel nicht vorhanden war, wurde die mildeste Kohlenschicht als Schramlage benutzt. War der Schram in einer Tiefe von 0,30—0,50 m aus dem Flöz herausgeholt, so konnte die noch anstehende Kohle sich gut auflockern.

Flöz Finefrau war im Feld Halle auf der Zeche Ludwig häufig durch Schwefelkiesstreifen verunreinigt. Da Schwefelkies keine Spaltbarkeit besitzt und außerdem von großer Härte ist, waren an ihm keine Druckerscheinungen zu erkennen. Die Zermürbung der Kohle wurde durch die Kieseinlagerungen behindert; die unter diesen anstehende Kohle blieb von Rißbildungen unversehrt und fest mit dem Kies verwachsen.

Flöz Kreftenscheer I war in der 4. östlichen Abteilung durch einen zähen Bergestreifen von 2 cm Mächtigkeit in zwei Bänke geteilt. An diesem weichen Streifen von guter Plastizität waren, auch nachdem er mehrere Tage dem Nutzdruck ausgesetzt war, keine Zerstörungserscheinungen zu erkennen. Dagegen quoll er aus dem Stoß als hervorspringende Kante etwas heraus. Die Oberbank war viel schneller zerstört, zumal die Unterbank durch den Streifen geschützt war.

Das Ergebnis der vorstehenden Beobachtungen kann dahin zusammengefaßt werden, daß die verschieden gute Gewinnbarkeit der einzelnen Bänke eines Flözes auf zwischengelagerte Bergestreifen oder auf Gefügeänderungen der Kohle zurückzuführen ist. Es ist für die Druckauswirkungen überaus vorteilhaft, wenn das Flöz ein einheitliches Ganzes von größter Reinheit und nicht zu großer Härte darstellt.

IV. Einfluß der Zeit auf die Zermürbung der Kohle.

Wie wirkt neben Gesteinsart und Kohlebeschaffenheit der Faktor Zeit ein, um ein Kohlenstück von bestimmter streichender Breite am Stoß entlang so zu zermürben, daß eine wirtschaftliche Gewinnung mit dem Abbauhammer möglich ist? Ein Gewinnungspunkt des Flözes Kreftenscheer I war für längere Zeit gestundet. Hangendes wie Liegendes bestanden aus dünnbankigem Sandstein. Nach drei Tagen war ein Flözstück von einer Stoßtiefe von 0,50 m so zerdrückt, daß die Kohle ohne große Mühe aus dem Stoß herauszuholen war. Auch an Kohlenstößen der Flöze Finefrau, Finefrau-Nebenbank und Geitling war die Zermürbung der anthrazitischen Kohle nach drei Tagen über 0,50 m streichender Breite nicht fortgeschritten. Der langsame Verhieb bei dem Strebbau mit abgesetzten Stößen ermöglichte diese Feststellung. An einer Stelle des Kohlenstoßes möglichst in der Mitte des Gewinnungspunktes wurde die Kohle so weit mit der Keilhaue herausgehackt, bis feste unzerstörte Kohle angetroffen wurde. Wenn somit nicht nach Lagen gearbeitet würde, wäre täglich ein Flözstück von 0,17 m streichender Breite für die Gewinnung mit dem Abbauhammer reif. Verschiedentlich in den Flözen mit Anthrazitkohle gemachte Versuche durch Einführung des Strebbaus mit breiter Abbaufront und schnellen Verhieb einen günstigeren Nutzdruck zu erzielen, sind wieder aufgegeben worden. Die Zertrümmerung reichte täglich nur 0,20 m weit in das Flöz hinein; darüber hinaus war die Kohle so fest, daß es dem Hauer nicht gelang, sich einen Einbruch zu verschaffen. Durch Stellung des Stoßes auf Lagen gelingt es, 0,3—0,4 m Abbaugeschwindigkeit täglich zu erreichen. Die Ursache für dieses von anderen Flözgruppen abweichende Verhalten kann nur in der petrographischen Eigenart des Nebengesteins und der Kohle liegen.

Dritter Teil.

Das Gesamtbild der Druckwirkungen und ihre Ausnutzung für den Abbau.

I. Zusammenwirken der Druckauswirkungen.

Zunächst sei auf das im ersten Teil genannte Beispiel aus Flöz Kreftenscheer II zurückgekommen, wo die Nebengesteinsverhältnisse besprochen wurden (s. Flözprofil zur Abb. 1 a). Das Streichen des Hauptschlechtensystems änderte sich auf der 60 m langen Strebfront dreimal, ihm wurde die Stellung des abgesetzten Kohlenstoßes, so gut dies möglich war, angepaßt. Die Hauptschlechten wurden wiederum von Nebenschlechten durchkreuzt, die kaum sichtbar waren. Erst bei Hereingewinnung nach den Hauptlagen löste sich die Kohle auch nach diesen verschlossenen Flächen ab. In den unteren 16 m des Gewinnungspunktes liefen die Hauptschlechten unter einer um 25° vom Gebirgsstreichen abweichenden Richtung durch das Flöz. In den folgenden 27 m zogen sie im Streichen, und im oberen Stück setzten sie wieder schräg durch das Flöz. Die streichenden Lagen ließen sich bei dem schwebenden Verhieb am besten hereinarbeiten. Nach einer Länge von 8 m im Streichen keilten diese schon aus; andere setzten auf, die etwa 15° von der ersten Richtung abwichen. Durch dieses oft wechselnde Schlechtenstreichen wurde die wirksame Ausnutzung der Horizontalbewegung der Kohle behindert. Wenn aber trotz des ungünstigen Schlechtenverlaufs eine ausreichende Oeffnung der Schlechten stattfand, sodaß eine Gewinnung mit dem Abbauhammer möglich war, so lag die Ursache in dem guten Kämpferdruck des erwähnten Sandsteinhangenden und in dem glatten und druckfesten Liegenden, an dem die horizontalen Bewegungen keinen Widerstand fanden. Die Hauerleistung belief sich auf 2,1 t. Der tägliche Abbaufortschritt betrug 0,35 m.

Ueber das Verhalten von dünnbankigerem Sandstein in einem Gewinnungspunkte des Flözes Kreftenscheer I wurde ebenfalls berichtet (Flözprofil zur Abb. 1 b). In einem andern Beobachtungspunkte desselben Flözes lag über dem dünnbankigen Sandsteinliegenden ein 0,15 m mächtiger Nachfallpacken. Die Kohle war stellenweise am Liegenden angebrannt; sie war dann fest mit dem Gestein verwachsen. In diesem Falle wurde der Nachfall mitgenommen, wodurch der Gang der Kohle wieder verbessert wurde. An andern Stellen im Streb behinderte der angebaute Packen wegen seiner Brüchigkeit eine gute Ablösung der Kohlenlagen, weil eine feste Druckunterlage fehlte. Die Hauptschlechten durchzogen schräg von der oberen Strecke her das Flöz, wichen etwa um 25° vom Streichen ab. Sie fielen mit 60° zur Förderstrecke hin ein. Die Hauptschlechten wurden meist von zwei Nebenschlechtensystemen durchkreuzt, die nicht immer gut zu erkennen waren, weil sie nur teilweise vom Nutzdruck geöffnet wurden. Die Streichrichtung der Schlechten war keine beständig anhaltende. Da der Verhieb in 4 m breiten Stößen schwebend erfolgte, stand der Stoß stets mehrere Tage unter der Wirkung des Nutzdruckes. Am offenen Stoß entstanden die Drucklagen, deren Verlauf und Zahl von dem Gefüge der Kohle abhängig war. Der durchschnittliche Verhieb betrug 0,37 m täglich. Als Hauerleistung wurden 2,6 t erreicht, die an den Stellen mit brüchigem Nachfall auf 2 t herabsank. Das Beispiel zeigt, wie die gute Gewinnbarkeit eines Flözes durch einen mürben Nachfallpacken trotz sonst günstigen Nebengesteins herabgesetzt werden kann und daß die Verschlechterung der Gewinnbarkeit dazu zwingen kann, einerseits durch Abbaubedingungen eine möglichst vollständige Ausnutzung des Druckes zu erzielen, anderseits die Zeit wirken zu lassen.

Flöz Finefrau (Zeche Ludwig, Feld Halle) hatte als Hangendes einen Sandschieferpacken von 0,60 m Mächtigkeit (Abb 5). Unter dem Sandschiefer saß ein

Abb. 5. Flöz Finefrau (Zeche Ludwig).

etwa 0,10 Meter dicker Sandsteinpacken, der durch einen Kohlenstreifen vom eigentlichen Hangenden getrennt war. Das Liegende bestand aus bankigem glattflächigem Sandstein. Das Flöz fiel mit 20° ein, der Streb hatte eine Länge von 40 m. Das Flöz bestand aus zwei Bänken; die 10 cm dicke Oberbank war durch einen 2 cm starken Bergestreifen von der 0,80 m mächtigen Unterbank getrennt. Zwischen der gut spaltbaren Glanzkohle waren vereinzelt Schwefelkiesbänder eingelagert. Die Schlechten verliefen parallel zum Kohlenstoß, sie fielen zum offenen Stoß mit einem Winkel von 70° ein. Die Schlechtenabstände schwankten zwischen 0,20—0,70 m. Selten hielt jedoch die Länge der Schlechten auf die Stoßlänge von 40 m an. Sie keilten nach einigen Metern vielfach aus, andere setzten mit etwas veränderter Neigung auf. Die Kohle wurde mittels Strebbau mit abgesetzten Stößen gewonnen. Sie hatte guten Gang. Der Sandsteinpacken behinderte wegen seiner Druckfestigkeit die Uebertragung des Nutzdruckes nicht. Nach drei Tagen war meist die

erste Kohlenlage durch Drucklagenbildung so zerdrückt, daß sie bequem mit der Hacke hereingekratzt werden konnte. Nur die Schwefelkiesstreifen boten ein Hindernis; an diesen wurde die Drucklagenbildung unterbrochen. Das Abschälen der Kohlenlagen verschlechterte sich, wo die Schlechten plötzlich widersinnig einfielen, die vorher erwähnten Keillagen vorhanden waren. Die Absenkung des Hangenden war sehr gering, da guter Versatz im Abstande von zwei Feldern mitgeführt wurde. Wenn trotz der schwachen Durchbiegung die Schlechten weitgehend geöffnet wurden, so kann das nur durch Horizontalbewegungen der Kohle erklärt werden, die durch den Kämpferdruck hervorgerufen werden. Die normale Hauerleistung belief sich auf 2,9 t. Hieraus ergab sich in dem kurzen Streb ein täglicher Abbaufortschritt von 0,81 m, der bei der üblichen Länge von 60 m 0,54 m betragen haben würde.

Flöz Finefrau-Nebenbank war 0,65 m mächtig und bestand aus einem Stück (Abb. 6). Hangendes wie Liegendes setzten sich aus dünnbankigem Sandstein zusammen. Das Liegende war stellenweise wellig. In dem Gewinnungspunkt war Gelegenheit gegeben, einen großen 4 m breiten und etwa 7 m langen Wulst zu beobachten, der in der Mitte den Streb schräg durchzog. Der Wulst bestand aus stark brüchigem, tonreichem Sandschiefer, und auch das Hangende war in einem Umkreise von 3 m gebräch. Der Wulst wurde angebaut, und die darunter befindliche Kohle ließ man anstehen. Das Flöz war von streichend durchlaufenden Schlechten durchsetzt. Die Unebenheiten des Liegenden verhinderten ein gutes Ablösen der Kohlenlagen, doch war die Kohle mit dem Abbauhammer zu gewinnen. In der Nähe des Wulstes verringerte sich weiterhin die Schlechtenöffnung, weil eine gute Druckübertragung durch die Brüchigkeit des Hangenden verhindert wurde. Das Gebirge war schneller als die Kohle zertrümmert. Bei der Gewinnung fiel das Hangende eher als die Kohle herein, wenn es nicht sorgfältig verzogen wurde. Die normale Leistung von 2,5 t sank in der Nähe des Wulstes auf 1,9 t herab. Die Verhiebgeschwindigkeit betrug 0,35 m täglich.

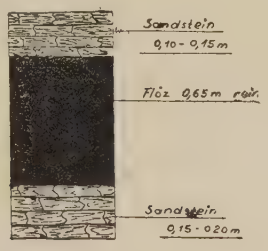

Abb. 6. Flöz Finefrau-Nebenbank (Zeche Ludwig).

Die angeführten Beispiele bestätigen die schon gemachten Beobachtungen, daß der Druck auf dem Kohlenstoß zwar die Kohle je nach dem Grade ihrer Härte zerdrückt, aber eine Oeffnung der verhandenen Schlechten und der entstehenden Drucklagen, durch die beide erst der Gewinnung nutzbar werden durch die horizontale Komponente des Nutzdruckes, die sich in Schubwirkungen äußert und von der Durchbiegung des Hangenden beeinflußt wird, verursacht wird. Gerade diese beiden Einflüsse, Schubwirkung und Durchbiegung, sind wesentlich von der petrographischen Eigenart des Gesteins abhängig.

II. Nutzanwendungen aus den Beobachtungsergebnissen.

a) Abbaugeschwindigkeit.

Wenn bei dem wenig nachgiebigen Nebengestein und bei der großen Härte der Anthrazitkohlenflöze der Nutzdruck zur Zermürbung der Kohle herangezogen werden soll, muß die Abbaugeschwindigkeit dem langsam zur Wirkung kommenden Nutzdruck angepaßt, sie muß entsprechend verlangsamt werden. Es muß deshalb ein solches Abbauverfahren gewählt werden, das eine geringe Belegung und damit langsamen Verhieb gestattet. Die Ansicht Haaks [7]), daß ein schneller Verhieb für alle Verhältnisse das Beste sei, hat für die betrachteten Flöze keine Geltung. Es würde jedoch verfehlt sein, bei an Sandstein reichem Gebirge allgemein eine möglichst geringe Abbaugeschwindigkeit vorzuschreiben. Für jedes einzelne Flöz ergibt sich der günstigste Abbaufortschritt durch Erfahrung. Nach einiger Zeit stellt sich ein bestimmter Bestwert heraus. Nach Spackelers Meinung muß die Verhiebgeschwindigkeit immer so groß sein, daß die Kohle für die Gewinnung reif ist. Diese Ansicht kann als allgemein gültig bezeichnet werden. In den Anthrazitkohlenflözen schwanken die täglichen Abbaufortschritte zwischen 0,2—0,6 m bei durchschnittlich 0,60—1,00 m Flözmächtigkeit. Zum Vergleich sei bemerkt, daß die höchste bisher im Ruhrbezirk erreichte Verhiebgeschwindigkeit 2,80 m beträgt.

b) Bergeversatz.

Kann mit dem Bergeversatz der Gang der Kohle geregelt werden oder hat der Versatz mehr sicherheitlichen Wert, wie Haak annimmt? Die innerhalb der Trompeterschen Zone liegenden Gesteinsbänke dehnen sich aus und biegen sich durch. Durch das Einbringen von Versatz wird ein plötzliches Durchbrechen der hangenden Schichten über dem Kohlenstoß verhindert; das bedeutet, wie dargelegt wurde, für die gute Gewinnbarkeit der Kohle einen Erfolg. Ferner wird durch planmäßigen Versatz eine günstige Absenkung (wirksamer Durchbiegungsdruck ohne fühlbare Behinderung der Schlechtenöffnung) erreicht [8]). Im Sandsteingebirge kann der Versatz in größeren Abständen folgen, namentlich wenn der Sandstein eine gute Druckfestigkeit besitzt und nicht schnittig ist. Die Senkung wird mehr durch guten bis dicht unter das Hangende reichenden als durch nahe an den Stoß nachgeführten Versatz aufgehalten. Da, wie erwähnt, ein Teil der Magerkohlenflöze beim Abbau sich gegenseitig beeinflußt, dürfte versatzloser Abbau oder Sparversatz dann nicht ratsam sein, wenn eins von zwei sich beeinflussenden Flözen später abgebaut werden soll. Der verlorengegangene Nutzdruck wird sich umso früher und stärker wieder einstellen, je dichter der Versatz eingebracht wird.

---

[7]) Haak, Die Beherrschung des Gebirgsdruckes, Glückauf, 1928, S. 711.

[8]) Natter, Zur Planmäßigkeit des Bergeversatzes mit besonderer Berücksichtigung des Ruhrkohlenbergbaues. Kohle und Erz 1929, S. 689.

c) Wahl des Abbauverfahrens.

Im Ruhrbergbau herrscht zur Zeit der zweiflügligo Abbau vor. Hierbei wird bekanntlich das Flöz von einem Bremsberg oder Stapel aus nach Osten und Westen gleichzeitig in Angriff genommen. Neuerdings geht man dazu über, die Flöze vom Schacht aus aufzurollen. Beim Gruppenbau von Flözen wird dabei eine Hauptförderstrecke in einem Flöz mit gutem Gebirge aufrecht gehalten. Die anderen Strecken werden nach bestimmten Abständen abgeworfen. Auf diese Weise werden streichende Baulängen von 1000 m und mehr erreicht. Dieses einseitige Aufrollen der Flöze ist für die Ausnutzung des Gebirgsdruckes vorteilhaft, weil ein weit besserer Nutzdruck erreicht wird, wenn sich das Gebirge nur nach einer Richtung hin zu entspannen und durchzubiegen braucht. Vor allem ist jedes Mal zu Beginn des zweiflügligen Abbaus die Kohle bedeutend schlechter zu gewinnen. Beim Aufrollen kann der Nutzdruck immer in der vollen Höhe gehalten werden. Die Hauer können sich auf lange Sicht den Eigenarten des Gebirges anpassen. Auch braucht beim Aufrollen nicht damit gerechnet zu werden, daß die Kohle des Schlechtenverlaufs wegen in einem Flügel schlechter geht. Voraussetzung hierfür ist, daß der Verhieb in günstigster Richtung zu den Schlechten erfolgt, was unter Umständen einen Rückbau nötig macht.

Das geeignetste Abbauverfahren für die Flöze der Anthrazitkohlengruppe dürfte der streichende Strebbau sein. Dabei ist nicht dem Strebbau mit breitem Blick, sondern dem Strebbau mit abgesetzten Stößen der Vorzug zu geben. Das letztere Verfahren ermöglicht zunächst die langsame Verhiebgeschwindigkeit, die zur Ausnutzung des Nutzdruckes im wenig nachgiebigen Gebirge erforderlich ist. Auch erlaubt der Strebbau mit abgesetzten Stößen eine weitgehende Anpassung an den Verlauf der Schlechten. Nach den Beobachtungsergebnissen wird beim Strebbau mit breitem Blick in harter Kohle täglich nur ein Kohlenstück von 0,17 m streichender Breite durch Drucklagenbildung so zermürbt, daß eine wirtschaftliche Gewinnung mit dem Abbauhammer möglich ist. Es geht also nicht, den Kohlenstoß in der Weise zu belegen, daß jedem Hauer ein bestimmtes Kohlenstück zugewiesen wird, das er bis zu einer Tiefe von 1,00—1,50 m abzukohlen hat. Es ist unzweckmäßig, wenn der Hauer vom offenen Stoß aus im Einbruch sich in die harte Kohle hineinarbeiten soll, die nicht vom Nutzdruck zermürbt ist. Diese Feststellungen gelten, um es noch einmal hervorzuheben, nur für harte Kohle, die zwischen wenig nachgiebigem Gestein gelagert ist. Beim Strebbau mit breitem Blick ist anderseits infolge gleichmäßigerer Senkung die Gefahr, daß das Hangende abreißt, geringer. Bei abgesetzten Stößen kann das leicht an den streichenden Kanten eintreten. Da dies besonders bei schlechterem Gebirge und mächtigen Flözen zu befürchten ist, muß die streichende Breite des Einzelknapps entsprechend kleiner genommen werden. Bei dem gebrächen Sandschieferpacken im Hangenden von Flöz Mausegatt beträgt die Stoßbreite nur drei Felder. Bei normalen Verhältnissen werden vier Felder genommen. Es ist nicht vorteilhaft, mehr zu nehmen, weil ein zu breites streichendes Stück freigelegt wird, und die Kohle auch erst durch mehrfaches Umschaufeln in die Rutsche gelangt. In flacher Lagerung wird beim Strebbau mit abgesetzten Stößen gern der schwebende Verhieb angewandt, ohne daß dabei genau der Verlauf der Schlechten beachtet wird. Es ist dann nur ein Rutschensatz erforderlich (Abb. 7).

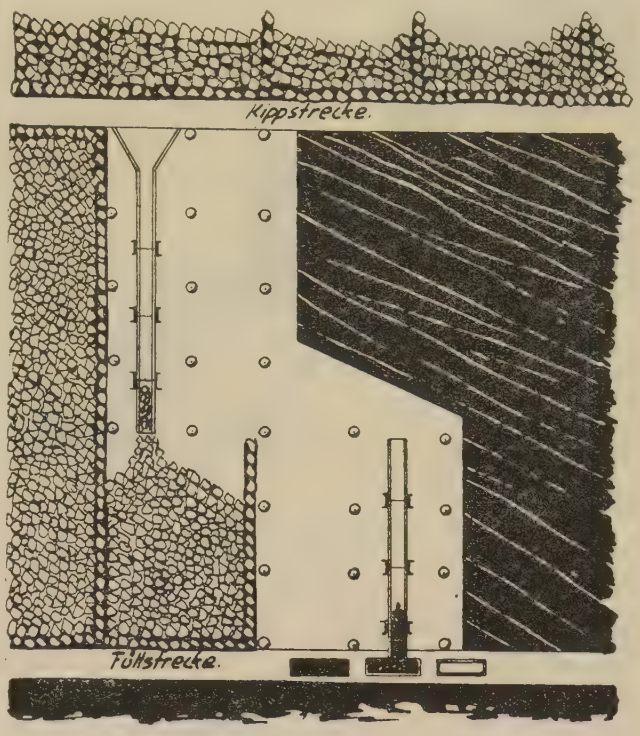

Abb. 7. Streichender Strebbau mit abgesetzten Stößen (Kohlenstoß „auf Lagen“ gesetzt).

Wenn Kohle und Versatz im Abbau nicht mehr gefördert zu werden brauchen — bei Flözeinfallen über 45° — könnte die Verhiebart lediglich nach dem Schlechtenstreichen gewählt werden. Bei schlechtem Gebirge wird jedoch zum Schutz gegen Steinfall vorgezogen, fallend zu arbeiten. Eine Abart des Strebbaus mit schwebendem Verhieb ist der Magazinbau, der in der Magerkohle des größeren Stückkohlenanfalls wegen gern angewandt wird. Voraussetzung für seine Anwendung ist ein gutes Nebengestein. Besonders geeignet ist ein fester bankiger Sandstein, der sich nicht schnell senkt und die Kohle wieder festdrückt. Die Kohle darf nicht zum Auslaufen neigen, auch sind schnell hereinbrechende Dachlagen bei harter Kohle unangenehm.

Durch das beim Pfeilerrückbau erforderliche vorherige Auffahren der Oerter bis zur Abteilungs- oder Feldesgrenze haben das Gebirge und die Kohle Gelegenheit, sich in die Strecken hinein zu bewegen. Das hat den Nachteil, daß die Kohle je nach Zeit und Härte in der Nähe des Ortes stark zermürbt wird. Der Pfeilerrückbau dürfte in harter Kohle dort angebracht sein, wo die Schlechten beim feldwärts gerichteten Abbau vom Hauer abgewandt zum Kohlenstoß hin einfallen.

Der Firstenbau (Abb. 8) erlaubt das Arbeiten nach Schlechten nicht. Er eignet sich nur für gutes festes Hangendes.

Wenn bei Schrägbau die flache Bauhöhe in mehrere schräggestellte Strebstöße unterteilt wird, kann der Stoß nicht auf Lagen gestellt werden. Deshalb ist dieses Verfahren für harte Kohle mit anthrazitischen Eigenschaften nicht brauchbar oder die Kohle müßte nur durch Schießarbeit gewonnen werden. Der von

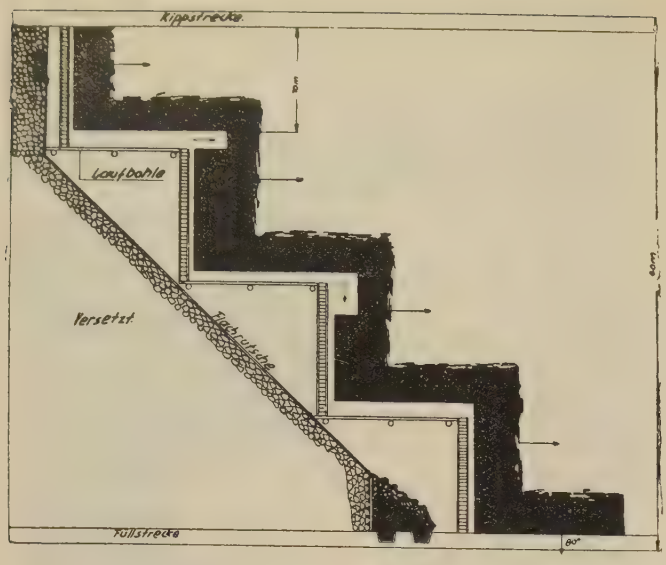

Abb. 8
Firstenbau im Flöz Wasserbank
Zeche Alte Haase

Abbildung 8.

Benthaus auf den Zechen Hannibal-Hannover eingeführte Schrägbau mit großer Abbaufront hat dagegen den Vorteil, daß die durch häufige Unterteilung auftretenden Ecken und Kanten vermieden werden, also eine große, unzerrissene Gebirgsscholle auf den Kohlenstoß drückt. Beim Schrägfrontbau wird durch stärkeres Belegen ein schnellerer Verhieb erzielt. Weil nun bei vorwiegendem Sandsteingebirge und bei harter Kohle der Nutzdruck täglich ein 1,00—1,50 m breites Flözstück nicht zermürben kann, hat dieses Abbauverfahren für die von mir untersuchten Flöze keine Bedeutung. Das geeignetste Abbauverfahren für die besprochenen Flöze dürfte der oben erwähnten Vorteile wegen der streichende Strebbau mit abgesetzten Stößen sein.

Zusammenfassung.

Nach einer kurzen Betrachtung der in der Literatur vertretenen Ansichten über das Zustandekommen des Nutzdruckes wird das Nebengestein der Magerkohlenflöze besprochen. Im Anschluß hieran wird ermittelt, wie der Nutzdruck von der petrographischen Beschaffenheit des Gesteins abhängig ist. Es wird fernerhin besprochen, daß auch Abbaueinwirkungen den Nutzdruck beeinflussen können. Das Verhalten des Flözkörpers dem Nutzdruck gegenüber wird ermittelt. Schließlich werden aus den Beobachtungsergebnissen einige Nutzfolgerungen gezogen.

Herrn Professor Dr.-Ing. Spackeler, der mir die ersten Anregungen zu dieser Arbeit gab und mir in stets liebenswürdigster Weise mit seinem Rat zur Seite gestanden hat, möchte ich auch an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank aussprechen.

Lebenslauf.

Am 16. November 1901 wurde ich zu Voßnacken im Kreise Mettmann (Rhld.) geboren. Nach 4jährigem Besuche der Elementarschule kam ich auf das Realgymnasium zu Hattingen-Ruhr, auf welcher Anstalt ich nach 9jährigem Besuche die Reifeprüfung ablegte. Nach 1 Jahre praktischer bergmännischer Tätigkeit bezog ich die Bergakademie Clausthal, wo ich nach 9semestrigem Studium die Diplom-Hauptprüfung bestand. Meine praktischen Kenntnisse habe ich während der Hochschulferien in verschiedenen Bergbaubezirken bereichert. Seit 1926 bin ich in der Industrie des Ruhrbergbaus tätig. Mit den Vorarbeiten zu meiner Doktordissertation habe ich um die Mitte des Jahres 1928 begonnen.